

ALAT PELAPIS BAJA KARBON DENGAN METODE ELEKTROPLATING *HARD CHROME* UNTUK PRAKTIK SISWA

Yusnita La Goa^{1*}, Fathurrahman²

¹Prodi Teknik Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong

²Prodi Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Keguruan Ilmu Pendidikan, Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong

Jl. Kh. Ahmad Dahlan No.01, Mariyat Pantai, Aimas, Kabupaten Sorong, Papua Barat

*e-mail : yusnitalagoa@unimuda.sorong.ac.id
fathurphysics@gmail.com

Abstrak: Elektroplating adalah salah satu proses pelapisan logam untuk menghambat laju korosi, menambah kekuatan mekanik dan untuk memperbaiki estetika logam dengan menggunakan arus listrik. *Hard chrome* adalah salah satu contoh proses electroplating yang menggunakan larutan asam kromat. Proses electroplating dilakukan dengan bantuan arus listrik searah dari *rectifier* yang dialirkan dari kutub positif *rectifier* menuju logam yang bersifat sebagai anoda sedangkan kutub negative *rectifier* menuju logam yang bersifat sebagai katoda. Dalam penelitian ini sebagai anoda adalah logam Pb dan sebagai katoda adalah logam baja karbon. Sebelum melakukan proses elektroplating permukaan logam baja karbon harus bersih dari kotoran dan lemak, karenanya *pre treatment* pada logam baja karbon merupakan hal kritis yang mempengaruhi hasil pelapisan. *Pre treatment* pada logam baja karbon dilakukan menggunakan kertas abrasif, larutan asam, larutan basa dan air bersih. Penelitian ini mengacu pada ASTM B 177-68 dengan mevariasikan waktu proses dan jarak antara anoda dan katoda. Waktu proses pelapisan bervariasi yaitu 45 menit, 60 menit dan 75 menit. Jarak antara anoda dan katoda bervariasi yaitu 4 cm, 7 cm, 10 cm dan 12 cm. penelitian ini dilakukan dengan suhu larutan elektrolit 60°C dan arus listrik 7 ampere dengan luas permukaan benda kerja 22 cm². Pada waktu proses 45 menit didapatkan ketebalan lapisan sebesar 22,9987 µm pada jarak 4 cm, 20,9785 µm pada jarak 7 cm, 18,3460 µm pada jarak 10 cm dan 17,5758 µm pada jarak 12 cm. Pada waktu proses 60 menit didapatkan ketebalan lapisan sebesar 31,8182 µm pada jarak 4 cm, 28,3838 µm pada jarak 7 cm, 25,2904 µm pada jarak 10 cm dan 24,8737 µm pada jarak 12 cm. Pada waktu proses 75 menit didapatkan ketebalan lapisan sebesar 41,7172 µm pada jarak 4 cm, 34,5202 µm pada jarak 7 cm, 31,7045 µm pada jarak 10 cm dan 31,2626 µm pada jarak 12 cm.

Kata Kunci: *electroplating krom, peralatan plating, siswa*

Abstract: Electroplating is one of metal plating processes, to reduce corrosion rate, adding strength of mechanic and repairing basis metal surface. Electroplating process is run by direct current (DC) electrical. Hard chrome is one of example electroplating process, that process used chromate acid. Direct current from rectifier is flowed from positive pole or rectifier to metal having the character of as cathode. In this research, metal having the character of as anode is Pb metal and having the character of as cathode is low carbon steel. Before electroplating process, surface of carbon steel must be clear of dirt, fat etc. Pre treatment of carbon steel is using abrasive paper, acid solution, base solution and water. Writer tries to accordance ASTM B 177-68 with varied time process and distance between anode with cathode. While distance between between anode and cathode vary that 4 cm, 7 cm, 10 cm and 12 cm. plating time process is vary too that 45 minute, 60 minute and 75 minute. This research is run with temperature of electrolyte solution 60°C and current 7 ampere with surface of basic metal 22 cm². At time of process 45 minute, thickness of deposits 22.9987 µm for distance between anode and cathode 4 cm, 20.9785 µm for distance between anode and cathode 7 cm, 18.3460 µm for distance between anode and cathode 10 cm and the last 17.5758 µm for distance between anode and cathode 12 cm. At time of process 45 minute, thickness of deposits 22.9987 µm for distance between anode and cathode 4 cm, 20.9785 µm for distance between anode and cathode 7 cm, 18.3460 µm for distance between anode and cathode 10 cm and the last 17.5758 µm for distance between anode and cathode 12 cm. At time of process 60 minute, thickness of deposits 31.8181 µm for distance between anode and cathode 4 cm, 28.3838 µm for distance between anode and cathode 7 cm, 25.2904 µm for distance between anode and cathode 10 cm and the last 24.8737 µm for distance between

anode and cathode 12 cm. At time of process 75 minute, thickness of deposits 41.7172 μm for distance between anode and cathode 4 cm, 34.5202 μm for distance between anode and cathode 7 cm, 31.7045 μm for distance between anode and cathode 10 cm and the last 31.2626 μm for distance between anode and cathode 12 cm.

Keywords: *chrome electroplating, plating tools, student*

PENDAHULUAN

Korosi adalah penurunan mutu logam akibat adanya interaksi dengan lingkungan. Korosi sangat merugikan manusia baik dari segi biaya, sumber daya alam dan juga dapat mendatangkan bahaya. Korosi tidak dapat dihilangkan namun dapat dikurangi lajunya dengan cara mencegah kontak langsung antara logam dan lingkungan, pemilihan material yang tahan korosi, pengambilan bahan yang bersifat korosif dan penambahan inhibitor.

Pelapisan logam dengan menggunakan listrik (electroplating) adalah suatu proses pelapisan logam terhadap logam dasar (benda kerja) yang berfungsi untuk mencegah kontak langsung antara logam dan lingkungan. Pelapisan ini berguna untuk membuat logam yang lebih menarik, menambah kekuatan mekanik logam dan meningkatkan nilai ekonomis logam yang dilapisi.

Proses electroplating sangat bergantung pada adanya bantuan arus yang dialirkan dari *rectifier* menuju dua elektroda (logam dasar dan logam pelapis). Logam dasar (benda kerja) berfungsi sebagai katoda dan logam pelapis sebagai anoda. Kedua elektroda direndam dalam larutan elektrolit sehingga memungkinkan terjadinya perpindahan ion. Arus yang digunakan adalah arus searah. Hal ini akan menyebabkan terjadinya perpindahan ion dari logam pelapis yang bersifat anodik ke benda kerja yang bersifat katodik, sehingga akan terjadi endapan di

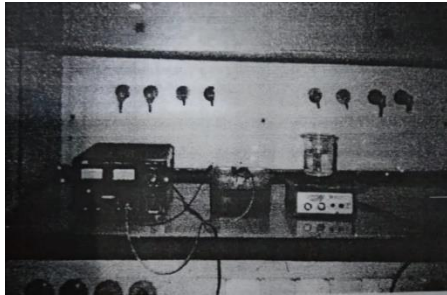
permukaan logam dasar (benda kerja).

Electroplating hard chrome telah banyak dilakukan di dalam industri yang bergerak di bidang *finishing*, seperti pada industri kendaraan *electroplating hard chrome* digunakan untuk melapisi *bumper* mobil. Pada industri logam untuk melapisi peralatan rumah tangga seperti pompa, peralatan masak, peralatan olah raga dan lain sebagainya.

Diharapkan dengan adanya simulasi alat sederhana tentang electroplating ini siswa bisa lebih memahami proses *electroplating hard chrome* dan mengetahui manfaat *electroplating hard chrome*.

METODE

Jenis penelitian ini adalah eksperimental di laboratorium dengan peralatan proses yang sangat sederhana yaitu bak larutan electroplating yaitu plastic tahan panas. Kami menggunakan *tupperware*. Penelitian eksperimen adalah metode yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap dalam kondisi yang dikendalikan (Sugiono, 2008). Dalam penelitian ini perlakuan yang diberikan adalah memvariasikan waktu dan jarak yang digunakan dalam electroplating krom pada logam dasar baja karbon, dan yang diamati adalah besarnya tebal hasil pelapisan dan laju korosinya.



Gambar 1. Rangkaian peralatan sederhana

Proses *electroplating hard chrome* terdiri dari tiga tahap, yaitu :

1. Pengerjaan pendahuluan

a. *Grit blasting*

Pengerjaan ini bertujuan menghilangkan kotoran yang masih melekat pada logam dasar, sehingga permukaan logam dasar menjadi bersih, halus, dan rata. Proses ini menggunakan kertas abrasif yang mempunyai grid 240, 400 dan 800. Pengerjaan dari grid yang lebih kasar (grit 240) kemudian diselesaikan dengan grit 800. *Grit blasting* ini dilakukan satu arah alur kertas abrasif.

b. *Degreasing*

Proses ini bertujuan untuk menghilangkan lemak dan minyak yang melekat pada permukaan logam dasar. *Degreasing* dilakukan dengan merendam logam dasar dalam larutan Na Oh 50 gpl selama 15 menit pada temperatur 60°C (ASTM B 183-79)

c. *Rinsing*

Proses ini bertujuan untuk membersihkan sisa-sisa perlakuan *degreasing* yang masih melekat pada permukaan logam dasar. Pembilasan dilakukan dengan air bersih dan mengalir.

d. *Pickling*

Proses ini bertujuan menghilangkan oksida dan kotoran yang melekat pada

permukaan logam dasar. Larutan yang digunakan adalah larutan HCl 10% dengan suhu operasi adalah suhu ruang dan waktu perendaman adalah 10 menit.

2. Proses *electroplating hard chrome*

a. Persiapan larutan elektrolit

Pembuatan larutan elektrolit dengan mencampurkan H_2CrO_4 300 gr, H_2SO_4 2,5 ml dan H_2O 970 ml.

b. Proses pelapisan (*electroplating*)

Larutan elektrolit dipanaskan sampai pada suhu 60°C, kemudian masukkan logam Pb dan logam dasar, kemudian hubungkan dengan sumber arus listrik yang berasal dari *rectifier*. Logam Pb dihubungkan dengan kutub positif dan logam dasar dihubungkan dengan kutub negatif. Arus diatur untuk proses pelapisan adalah 7 ampere. Setelah beberapa menit akan terjadi proses pelapisan senyawa krom pada logam dasar. Sedangkan logam Pb akan terbentuk lapisan oksida yang berwarna kuning kecoklatan.

Ketebalan lapisan hasil proses *electroplating* tergantung pada waktu dan jarak antara katoda dan anoda.

3. Proses pengerjaan akhir

a. Pembilasan dengan air dingin

Pembilasan ini bertujuan untuk membersihkan logam dasar yang telah dilapisi dari sisa-sisa larutan elektrolit.

b. Perendaman dengan air panas

Proses ini bertujuan mempercepat proses pengeringan logam hasil pelapisan. Temperature air panas yang digunakan sekitar 40°C selama 3 menit.

c. Proses pengeringan

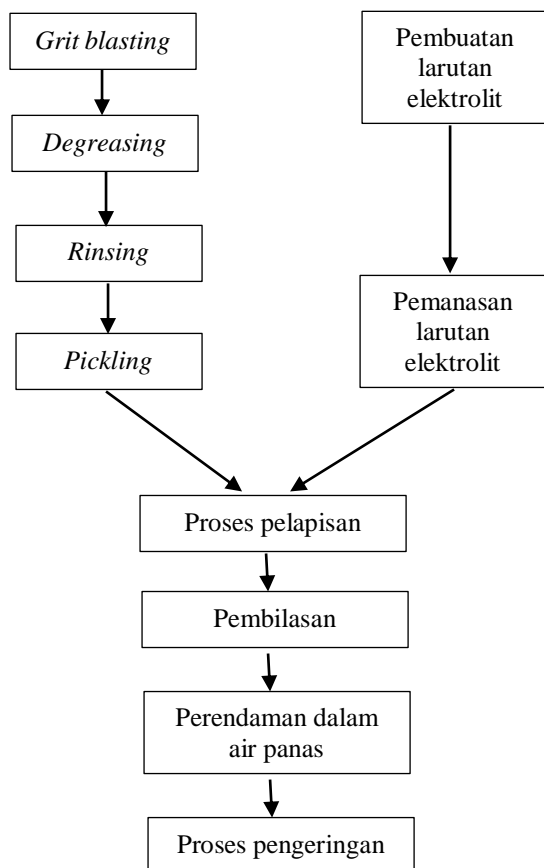
Proses ini bertujuan untuk mencegah terjadinya korosi akibat adanya reaksi senyawa H_2O pada permukaan logam.

Proses Pengukuran dan Pengujian Hasil Pelapisan

Pengujian terhadap logam yang telah mengalami elektroplating dengan variasi jarak dan waktu operasi, terdiri dari uji kekerasan dan ketahanan korosi.

1. Pengukuran massa, ketebalan dan efisiensi arus.

Pertambahan massa diukur dengan menimbang benda kerja sebelum dan sesudah dilapisi. Pengukuran ketebalan secara umum dapat dilihat dari diagram dibawah ini :



Gambar 2. Diagram Alir penelitian

didapat dengan pembagian pertambahan massa oleh densitas logam sebesar $7,2 \text{ gr/cm}^3$ dan luas permukaan logam yang dilapisi sebesar 22 cm^2 . Effesiensi arus

didapt dari persentase massa secara nyata yang didapat pada proses pelapisan yang seharusnya terbentuk secara teoritik sesuai dengan Hukum Faraday.

2. Pengujian terhadap hasil visual lapisan/struktur mikro lapisan

Pengujian ini dilakukan secara visual untuk melihat kilap atau tidaknya lapisan dan juga melihat merata atau tidaknya lapisan. Pengamatan juga dilakukan terhadap struktur mikro lapisan krom dengan menggunakan mikroskop optik.

3. Pengujian ketahanan korosi

Pengujian ini dilakukan dengan cara merendam logam hasil pelapisan dalam gelas kimi yang berisis NaCl 3,56% selama 14 hari. Kemudian logam tersebut direndam dalam larutan NaOH 10% yang dipanaskan sampai 60°C selama 10 menit. Kemudian logam hasil pengujian disikat untuk membersihkan lapisan korosi yang terbentuk dan ditimbang untuk mengetahui pengurangan berat akibat adanya proses korosi. Hal tersebut dilakukan secara terus menerus sampai mencapai nilai yang konstan.

4. Pengujian kekerasan

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan metode Vickers. Alat yang digunakan untuk membuat jejak lekukan piramida adalah *hard rockwell* dengan berat minot 10 kg. Proses ini dilakukan dengan meletakkan benda kerja pada dudukan alat *hard rockwell* dan atur posisi piramida kemudian diberi beban, proses ini berlangsung 30 detik. Kemudian dilakukan pengukuran diameter belah ketupat yang terbentuk dari proses tadi, dengan perbesaran

100x. Proses pengukuran ini menggunakan *Profile Projector* type PJ 300. Setelah itu dilakukan perhitungan kekerasan Vickers dengan rumusan :

$$\text{HVN} = 1,854 (F/D^2)$$

Dengan :

HVN : kekerasan Vickers (kg/mm^2)

F : beban minor (10 kg)

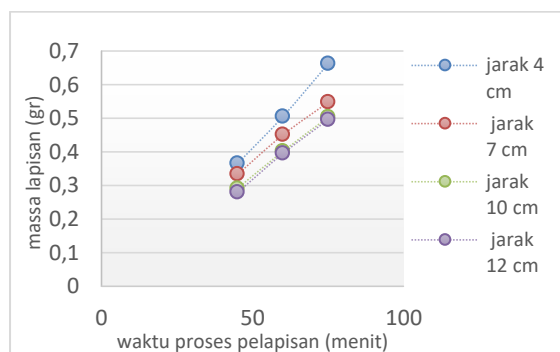
D : $(d_1 + d_2)/2$ (mm)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini diperoleh data massa lapisan (gr), ketebalan (μm), efisiensi arus (%) terhadap variasi jarak dan waktu.

Massa lapisan

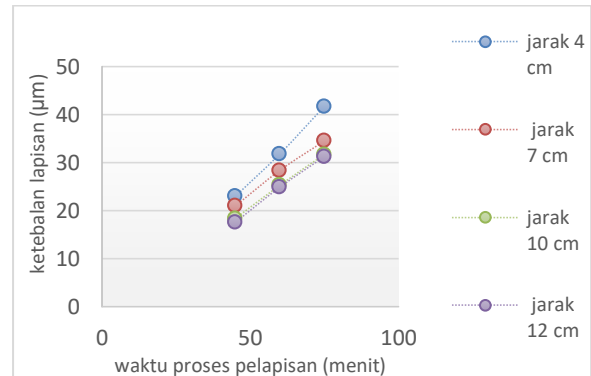
Pada penelitian ini arus listrik yang dialirkan ke dalam larutan elektrolit konstan. Harga arus listrik adalah 7 ampere dengan luas permukaan baja karbon (logam dasar) yang akan dilapisi. dari data yang didapat semakin lama proses pelapisan maka massa lapisan makin besar. Begitu juga dengan jarak, semakin dekat jarak anoda dan katoda maka massa lapisan makin besar.



Gambar 3. Kurva massa lapisan terhadap waktu proses pelapisan

Ketebalan lapisan

Pengaruh waktu proses dan jarak antara anoda dengan katoda terhadap ketebalan lapisan dapat dilihat dari kurva berikut :



Gambar 4. Kurva ketebalan lapisan terhadap waktu proses pelapisan

Dari kurva diatas dapat dilihat bahwa semakin dekat jarak anoda dan katoda ketebalan lapisan cenderung semakin tebal. Dan semakin lama waktu pelapisan, ketebalan lapisan makin tebal.

Dari gambar 3, dapat dibuat persamaan linear untuk mencari ketebalan jika jarak yang inginkan tidak ada pada variabel yangtelah ditentukan pada penelitian ini. Persamaan linearnya adalah :

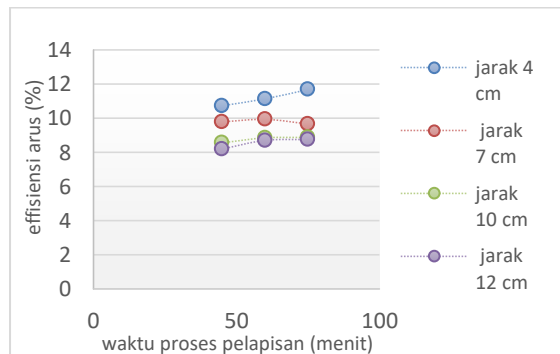
$$y = -0.9027x + 35.038$$

Persamaan tersebut diatas sesuai dengan ASTM B 177.

Effisiensi Arus

Nilai efisiensi arus terhadap waktu proses dan jarak antara anoda dan katoda dapat disimpulkan sebagai berikut : efisiensi arus semakin meningkat terhadap waktu proses pada jarak 4 cm. Sedangkan pada jarak antara anoda dan katoda 7 cm, 10 cm dan 12 cm kenaikan nilai efisiensi arus tidak terlalu signifikan. Dan kenaikan

effisiensi arus jika dihitung dengan persamaan Hukum Faraday maka diperoleh hanya 8 -12 %, hal ini disebabkan pada proses pelapisan terjadi pengeluaran hydrogen. Pengeluaran hydrogen ini menyedot 80 – 90% daya yang diberikan pada sistem.



Gambar 5. Kurva efisiensi arus terhadap waktu proses pelapisan

Pengamatan visual permukaan lapisan

Dari pengamatan secara visual diperoleh bahwa hasil pelapisan lebih terlihat merata dan mengkilap pada jarak anoda dan katoda 4 cm. Dan terhadap variasi waktu proses pelapisan didapat bahwa semakin lama proses pelapisan maka hasil pelapisan semakin bagus karena massa pelapisan semakin banyak. Hal lain yang dapat menjelaskan fenomena diatas adalah karena daya lontar ion (*throwing power*) yang semakin berkurang Ketika jarak anoda dan katoda semakin jauh.

Hasil pengujian korosi

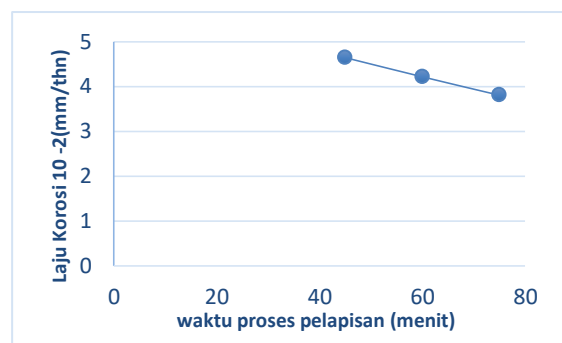
Hasil pengujian korosi hanya dilakukan pada jarak antara anoda dan katoda 10 cm dengan variasi waktu pelapisan. Hasil perendaman logam dasar yang telah dilapisi dengan menggunakan larutan NaCl 3,56% dapat dilihat dari kurva berikut ini :

Tabel 1. Hasil uji korosi dalam larutan NaCl selama 14 hari

Jarak	Waktu	Massa	Massa	Selisih	Laju
-------	-------	-------	-------	---------	------

(cm)	proses (menit)	awal (gr)	akhir (gr)	massa (gr)	korosi 10^{-2} (mm/thn)
10	45	18,7878	18,7596	0,0282	4,6415
	60	18,8657	18,8401	0,0256	4,2136
	75	18,6230	18,5999	0,0231	3,8021

Perendaman dengan NaCl dilakukan selama 14 hari. Dari tabel 1 dapat dibuat kurva laju korosi sebagai berikut :



Gambar 6. Kurva laju korosi terhadap waktu proses pelapisan

Dari kurva diatas disimpulkan laju korosi semakin turun untuk waktu proses pelapisan yang lama.

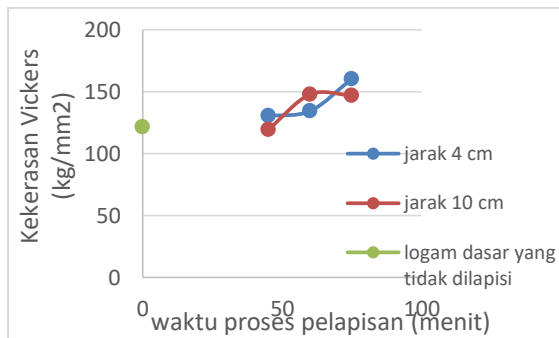
Pengujian kekerasan

Hasil pengujian kekerasan dengan metode Vickers dilakukan terhadap data jarak 4 cm dan 10 cm dan logam dasar yang tidak dilapisi adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil uji korosi dalam larutan NaCl selama 14 hari

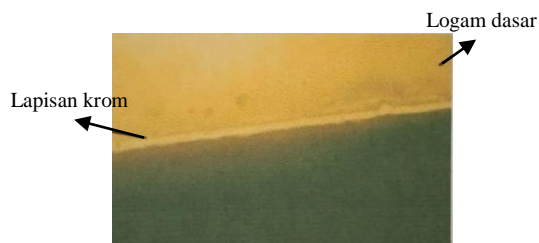
Jarak (cm)	Waktu (menit)	Kekerasan Vickers (kg/mm ²)
4	45	130,5207
	60	134,5461
	75	160,6441
10	45	119,5414
	60	147,9742
	75	147,1049
0	0	121,5859

Jika disajikan dalam kurva dapat diperoleh kurva sebagai berikut :



Gambar 7. Kurva kekerasan dengan metode Vickers terhadap waktu proses pelapisan

Dari kurva diatas dapat disimpulkan kekerasan logam yang telah dilapisi krom relative semakin besar dengan bertambahnya waktu proses pelapisan. Sedangkan pengaruh jarak antara anoda dan katoda terhadap kekerasan relative semakin menurun. Pada gambar 5 terjadi penyimpangan nilai kekerasan pada waktu proses pelapisan 60 menit. Hal ini terjadi karena bentuk logam yang *bending*, dan factor tersebut mempengaruhi pengukuran kekerasan. Selain itu jika dilihat dari foto mikro terlihat bahwa pelapisan lebih banyak pada bagian bawah dan pinggir.



Gambar 8. Struktur mikro lapisan krom

Kesimpulan

Dari variabel penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Semakin dekat jarak antara anoda dan katoda dan semakin lama proses pelapisan maka massa lapisan akan semakin besar.
2. Semakin dekat jarak antara anoda dan katoda dan semakin lama proses

pelapisan maka ketebalan lapisan akan semakin besar

3. Semakin dekat jarak antara anoda dan katoda dan semakin lama proses pelapisan maka efisiensi arus akan semakin besar
4. Semakin lama proses pelapisan maka laju korosi akan semakin turun.
5. Semakin dekat jarak antara anoda dan katoda dan semakin lama proses pelapisan maka kekerasan logam yang tela dilapisi akan semakin tinggi.
6. Perancangan alat sederhana ini dapat digunakan untuk praktikum siswa sekolah tinggi kejuruan dan mahasiswa ilmu Pendidikan dan mahasiswa sains dan teknologi.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini disarankan ketika akan praktikum :

1. Logam dasar haru lurus permukaannya
2. Logam Pb sebagai anoda diletakkan disekeliling katoda agar pembentukan lapisan lebih merata.
3. Penggunaan larutan elektrolit sebaiknya dibatasi 6 kali proses pelapisan.

DAFTAR PUSTAKA

- Annual Book ASTM standards, ASTM B 177-68, 1984
- Annual Book ASTM standards, ASTM B 183-79, 1984
- Annual Book ASTM standards, ASTM E 92-65, 1984
- Djaprie Sriati dan Dieter E. George ME, M. Met, *Metelurgi Mekanik*, Erlangga, Jakarta, 1986.
- Hartomo, Anton J. dan Kaneko Tomijiro, *Mengenal Pelapisan Logam (elektroplating)*, Andi Offset, Yogyakarta, 1992

- J.K. Dennis dan T.E. Such, *Nickel and Chrome Plating*, Butterwoorth Ltd, London, 1986.
- Kenneth R. Trethewey, *Korosi*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1991.
- Perry Robert H. and Chilton Cecil H., *Chemical Engineers Handbook*, McGraw-Hill, Kogakusha, 1973.